

アルカリ膨潤処理による羊毛繊維の 疲労現象推定について

辻 本 石 雄

On the Estimation of the Degree of Wear of Wool Fibres by Means of the Alkali Swelling Treatment

Ishio TSUJIMOTO

The author tried to estimate conveniently a slight wear, by the use of alkali swelling treatment, of those fibers that had been subjected to mechanical actions during spinning processes.

It was confirmed that there could be observed a significant difference at 5% significance level in those fibers in the order of the spinning processes.

1. 緒 言

羊毛繊維の損傷は紡毛工程中では殆んど問題視されないが、梳毛工程においては重要である。その程度を感知する方法は物理的乃至化学的に割に煩瑣な測定方法によつて種々行われているが⁽¹⁾、従来方法より異色ある簡易な方法としてアルカリ膨潤による過収縮現象の応用が考えられる。Rzegocinski⁽²⁾ 等もアルカリ及び酸等の種々の化学的処理を受けた羊毛繊維の損傷度に繊維の含有水分量に殆んど無関係に K. V. M. 試薬なる濃アルカリ溶液を使用して一旦過収縮をした後繊維長の原長に回復する時間をもつてアルカリ性型損傷（損傷度大なるほど回復時間大）と酸性型損傷（損傷度大なるほど回復時間小）の2種の存在を指摘しているが、分子論的考察は明かでない。従つて著者は羊毛繊維の損傷度を過収縮現象からの回復時間によつて割に簡易に、しかも正確に推定し分子論的考察をせんとした。本実験においては資料入手の都合上工程簡易な紡毛紡績工程における機械的損傷度をアルカリ膨潤処理法によつて推定し併せて強伸度及び含有水分量の変化等によつても追求して若干考察を試みた。

2. 実験資料及び実験方法

試料——試料は紡出番手 8S の紡毛工程機械中よりランダム・サンプリングしたもので機械配列順序は次の如くである。原毛 (RW) → 調合開毛機 (FN) → 自動給毛機 (AF) → プレスト・カード (BC) → インタメデイエート・カード (IC) → フィニシャ及びコンデンサ連結 (FC) → ミュール精紡機 (SM) アルカリ膨潤剤としては K. V. M. 試薬⁽³⁾ と大略類似のもの即ち濃度 28% アンモニヤ水 50cc. に苛性カリ 20gr. を溶解して1時間空气中に放置し遊離アンモニアを発散させた

ものを使用し、試薬調製後直に使用するときには反応が加速的に進み結果に誤差を生じ易い故使用前少くとも3～4日経過したものを使用した。

実験方法——試料は前述の工程別にランダム・サンプリングしたものをベンゾール・アルコール混合液で油脂等を抽出・水洗・乾燥後更にそれぞれの試料より可検繊維15本宛を無作意に採取し検鏡に恰好な繊維長300 μ 前後に切断し、投影顕微鏡(倍率230)のスライド・ガラス上に装置し、試薬の一滴を試料に滴下し同時にストップ・ウォッチを始動する。次にカバ・ガラスをスライドに載せ、スクリーンに焦点を合せる。この場合試薬に該繊維を浸漬すると過収縮が迅速に行われ、大体1～1½分でピークに達し、その後長さを回復し始め、漸次長さ及び太さの増加を来し、その時の回復時間を測定した。又試薬に浸漬して後20秒以内までは最初の長さに変化しない故この時を零時間として30秒後始めて繊維長変化の測定を行い、それ以後は30秒毎4分まで更に後は1分毎6分まで測定した。この際繊維長は測定中繊維が動き且過収縮を起す初期に彎曲するのでスクリーン上に透明なセロハン紙をあて写生して測定した。且後述の考察理論で述べるように測定中のスライド・ガラスの温度を可及的一定に保つ必要があるため試験前20分間スライド上に直接電球をおいて大約28±2°Cにした。

尚繊維の含有水分量についてはRzegocinski⁽⁴⁾も述べているように完全乾燥繊維も湿潤繊維でも反応時間に殆ど影響しないよう従つて含有水分量の変化による相異は無規出来るようである。

3. 実験結果及び考察

羊毛をアルカリ溶液で処理すると、その条件によつて α 型及び β 型何れとも異つたX線図を与え、 α 型よりも更に進んだ鎖員の屈曲状態の所謂過収縮現象を起すが、本実験の場合には過激なアルカリ試薬のためか多少相異なる現象を生ずるようである。即ち前述の如く機械的な損傷繊維を試薬に浸漬すると過収縮が迅速に起り、漸次3分前後で原長に回復し以後は後述の表に示すように、かえつて繊維長を多少増大する傾向を有するが、本現象を分子論的に考察すれば次の如く考えられるのではなからうか。羊毛繊維が紡績機械工程により微視的損傷を受ければ鎖員の主鎖及び側鎖結合が損傷を受け非結晶領域の増加(後述の平衡含有水分率の測定によつても首肯される。)が考えられるが、これを試薬により膨潤させば鎖員は側面方向に押し上げられ更に繊維のミセル配列が乱れ結晶性は減少し、分子間の距離を増大して無定形化し鎖員は一層屈曲状態を呈する。結果として繊維度増大、長さの収縮を来し、過収縮現象を起す。

この繊維構造を決定するものは膨潤の際の温度 T 、時間及びポテンシャル・エネルギー U で緩和時間 λ ($= Ae^{U/KT}$ 但し A 常数、 K ボルツマン 常数)に有限の値を与える U 及び T の場合には結晶の変化小、然らざるときは無定形化することが考えられる。今本実験におけるように温度を一定に保持すれば U に適当な膨潤度が存在し、膨潤させば一時的に分子間の距離を増大し内部エネルギーを減少せしめて結合を緩和して過収縮を起すが、残存側鎖のため再びその結合が促進され鎖員の屈曲が緩和されて繊維長回復し更に膨潤時間の経過と共に該側鎖結合が過激なアルカリ試薬に多少とも作用され損傷を受け屈曲状態の鎖員は多少自由となり、ポテンシャル・エネルギー低下し熱運動活性化のため位置転移の確率即ち系のエントロピー増加が効果して熱力学的安定な状態に再配列するため原長より更に多少繊維長増大の傾向を有するものと考えられる。

以上の考察理論より繊維が紡績工程順に機械を経るに従い、微視的損傷を受けたものを上述の過激なアルカリ試薬にて膨潤させれば該繊維が過収縮より原繊維長に回復する時間が損傷度の大なるものほど大となることが考えられる。原毛より各工程における試料についての膨潤時間経過に従い繊維長の変化の状態の測定結果は第1及び第2表の如くである。但し該表はRW及びFNの場合についてのみ示しAF以下の場合も同様な傾向を有するため省略し、第3表は各工程における回復

時間の測定結果のみを一括して掲げた。尙回復時間は測定の都合上零時間の繊維長を原長として過収縮より膨潤時間経過に伴って変化する繊維長について原長に一致する時間を線型補間によつて求めた。表中の平均値によれば回復時間は諸機械工程を経るに従い微視的損傷度大ると共に大略増加の傾向を示しているが果して各工程別の平均値の差異に有意性があるかを検定すれば次の如くである。

第1表 R W の 場 合 倍率 (230)

時間分 繊維長 No. mm	0	½	1	1½	2	2½	3	3½	4	5	6	回 復 時間(分)
1	55.5	49	50	52.5	55	55.5	57	59	59.5	61	63.5	2.5
2	49	45	44	45.5	48	49	49	52	52.5	53	53	2.5
3	63	56.5	56	59.5	62.5	64	68	69	71	73	75	2.2
4	94	83	82	85	87	90	92.5	95	96	101	101	3.3
5	89	86	71	72	81	87	89	90	92	93	96	3.0
6	47	44	38	42	42.5	45	46	48	50	52	—	3.3
7	53	53	46	47	50	53	54	56	58	59	—	2.5
8	51	48	40	44	46	48	50	51.5	53	55	—	3.3
9	65	64	52	56	60	64	66	69	71	73	—	2.8
10	70	61	62	66	67	71	73	74	75	80	—	2.4
11	46	45	42	42	44	45	49	49.5	50	53	—	2.6
12	46	37	34	44	44	45	47	49	51	51	—	2.8
13	49	47	38	44	47	50	51	51.5	52	54	—	2.3
14	97	97	83	76	86	94	97	101	103	106	—	3.0
15	95	94	93	86	92	94	98	101	101.5	106	—	2.6

第2表 F N の 場 合 倍率 (230)

時間分 繊維長 No. mm	0	½	1	1½	2	2½	3	3½	4	5	6	回 復 時間(分)
1	51	50.5	48	41	39	43	47	50.5	52	54.5	57	3.7
2	47	45	41	45	48	51	53.5	54	56	57	60	1.8
3	61	58.5	49	47	50	55	58	59	62	63.5	64.5	3.8
4	77	75	72	66	74	83	86	92	100	105	109	2.2
5	71	70	58.5	61	65	72	77	81	89	93	95	2.4
6	90	83	77	79.5	84	92	99.5	104	110	115	118.5	2.4
7	95.5	91	85	92	98.5	106	110	115	120.5	129	134	1.8
8	70.5	69	65	53	60	65.5	68	75	76	82	84	3.2
9	71	70	62	55	62	67	70	75	78	80	82	3.1
10	77	78	70	64	68	71	74	80	81.5	88	96	3.3
11	106	118	109	99	92	94	102	104	110	115	123	3.7
12	66.5	63.5	53	53	57	61	64	67	71	81	—	3.4
13	60	54	49	53.5	57	58	61	62	65	72	—	2.8
14	66	51	52	56	59	61.5	64	67.5	71	80	—	3.3
15	68	65	53	55	60	65	68.5	70	77.5	84	—	2.9

第3表 工程別回復時間(単位:min)

工程別 No.	RW	FN	AF	BC	IC	FC	SM
1	2.5	3.7	3.1	3.1	3.0	4.2	2.0
2	2.5	1.8	3.5	3.0	2.0	3.0	3.0
3	2.2	3.8	3.5	3.8	4.0	4.0	3.4
4	3.3	2.2	3.2	2.6	1.9	4.3	3.3
5	3.0	2.4	2.7	3.5	4.7	5.0	3.5
6	3.3	2.4	3.0	3.8	2.8	3.0	5.0
7	2.5	1.8	2.8	2.6	4.0	3.7	4.0
8	3.3	3.2	2.4	3.7	3.0	2.6	3.0
9	2.8	3.1	3.5	3.1	2.6	3.7	3.5
10	2.4	3.3	2.6	4.0	4.5	2.5	2.6
11	2.6	3.7	4.3	2.5	4.8	2.5	2.8
12	2.8	3.4	3.7	3.0	2.5	4.8	3.5
13	2.3	2.8	3.8	2.4	4.8	4.0	3.0
14	3.0	3.3	2.5	3.8	1.9	3.5	4.0
15	2.6	2.9	3.5	4.0	3.7	4.8	3.2
平均	2.74	2.94	3.20	3.26	3.34	3.70	3.32

先づ分布の正規性を大体調べるため平均値の左右の頻度を各15回繰返しについて求めれば第4表の如く甚しくは平均の左右の頻度が不均衡でない故正規型とする。

第4表

工程別	RW	FN	AF	BC	IC	FC	SM
左	8	7	8	8	8	8	8
平均	2.74	2.92	3.20	3.26	3.34	3.70	3.32
右	7	8	7	7	7	7	7

第5表

要因	平方和	自由度	分散
工程別間変動	8.6191	6	1.4365
工程別内変動	48.1080	98	0.4908

計算の結果を分散分析表にまとめると第5表の如くなる。

第6表

測定 項目	工程別	RW	FN	AF	BC	IC	FC	SM
破壊強度 (100回平均)	gr	13.4	12.9	12.8	12.5	12.3	11.7	11.5
	標準偏差gr	2.20	2.24	2.02	2.35	1.96	1.77	1.89
破壊伸度 (100回平均)	%	34.5	36.3	36.6	38.4	39.5	41.3	42.0
	標準偏差%	9.07	9.21	9.40	8.28	9.38	8.16	8.57
含有水分率 (10回平均)	%	12.34	12.49	12.40	12.45	12.74	12.65	12.86
	標準偏差%	0.15	0.18	0.61	0.14	0.11	0.01	0.09

(但し、20°C、65% RH 恒温恒湿室にて測定し強伸度はマツケンヂ試験機を使用。試片長10mm)

第5表より $F_{98}^6 = \frac{1.4365}{0.4908} = 2.9268 > F_{98}^6(0.05) = 2.1916$ 即ち各工程別回復時間には有意水準5%において有意の差が認められる。従つて損傷度大なるものほどアルカリ膨潤による遇収縮よりの回復時間は漸次大になるといえる。即ち機械的損傷は Rzegocinski 等の称えるアルカリ性型損傷を呈する。更に強伸度及び平衡含有水分率 (物理的或は化学的に繊維表面に吸着した水分が

繊維内部に拡散し平衡状態における水分をもつて表わすとする。)の変化によつて追求すれば第6表の如く損傷度大なるに従い大略強度においては漸次小、伸度及び含有水分率によつては漸次大となり有意性が認められ無定形化傾向が大略窺知出来るようである。

4. 総 括

羊毛繊維が紡績工程における諸機械を経て受ける微視的損傷を、繊維の含有水分率に殆ど無関係に投影顕微鏡を使用して、アルカリ膨潤による繊維の過収縮より原長に回復する時間をもつて簡易に推定出来、更にその結果を強伸度、含有水分率の変化等によつて追求を試みた。即ち損傷度増加に伴い、回復時間が漸次大となり機械的損傷は Rzegocinski 等の提唱するアルカリ性型損傷に相当するようである。

引 用 文 献

- (1) 例えば C. S. Whewell, F. Austerlitz, J. S. D. C. (1943), 59, 45.
- (2), (3), (4) M. Z. Rzegocinski, R. Lundn J. Text. Inst., (1952) Mar., The time of recovery from supercontraction as an indication of the degree of damage in wool fibres.